

MODELOS DE PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO ACADEMICO EN MATEMÁTICAS I EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Academic performance in Mathematics I predictions models on the Pereira Technological University

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados sobre el estudio de los factores que influyen de manera significativa sobre el rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías y tecnologías de la Universidad Tecnológica de Pereira en la asignatura Matemáticas I. Se propone un modelo de regresión logística múltiple que emplea las variables más relevantes halladas durante la investigación y que afectan el rendimiento de los estudiantes en la asignatura Matemáticas I. Se demuestra que a partir de esta información, es posible predecir con una aceptable confiabilidad el rendimiento de un alumno dado. Como factores determinantes del rendimiento de los nuevos alumnos en la asignatura Matemáticas I se hallaron: El puntaje del examen ICFES, el nivel de lectura literal y el nivel de razonamiento lógico abstracto.

PALABRAS CLAVES: Rendimiento académico, regresión logística múltiple, árbol de clasificación.

ABSTRACT

On this paper, the study of the factors that affect significantly the academic performance in the subject Mathematics I, for students of engineering and technological programs in Pereira Technological University is presented. A logistic multiple regression model, using most relevant variables found due to the investigation and that affect student achievement in the subject Mathematics I is proposed. The prediction of a given student's performance with an acceptable reliability is shown. As determinants of new student's performance for the subject Mathematics I were found: The ICFES test score, the literal reading level and the level of abstract logical reasoning.

KEYWORDS: Academic performance, Logistic multiple regression model, classification tree.

1. INTRODUCCIÓN

El bajo nivel de aprovechamiento estudiantil en los cursos de matemáticas de los primeros semestres de la universidad, reflejado principalmente en un alto índice de mortalidad académica, ha sido una preocupación constante del Departamento de Matemáticas de la Universidad Tecnológica de Pereira, especialmente desde el año 1988 cuando fue creado el grupo de investigación “La Enseñanza de las Matemáticas LEMA-UTP” [1], [2], [3]. Por años este problema se abordó desde diferentes puntos de vista subjetivos y sólo en el año 2001 este problema fue abordado con la utilización de herramientas estadísticas que permitieron dar un primer análisis objetivo de este tema. [4] y [5]. Aunque los estudios aquí presentados corresponden a aquellos realizados en la Universidad Tecnológica de Pereira, es evidente que esta problemática es generalizada en las instituciones de educación superior en Colombia.

En el año 2005 en Bogotá en la reunión de rectores organizada por ASCUN [6] se presentó la cifra de deserción nacional en las universidades colombianas. Entre los años 1999 y 2004 la deserción nacional alcanzó en promedio un 52 % de los estudiantes que ingresaron

en este mismo periodo. En la misma reunión fueron presentadas cifras de deserción en la UTP que muestran que para los años 2002-2004 en la UTP la primera causa de deserción de estudiantes fue vocacional (la carrera no gustó, no cumplió las expectativas del estudiante ó él se dio cuenta que su vocación era otra) con un 26,2%. La segunda causa de deserción fueron las dificultades económicas por las cuales 22,1% de los estudiantes abandonaron la universidad. Y la tercera causa de deserción con 18,3% de los estudiantes fue el *rendimiento académico*. Adicionalmente han sido presentadas estas cifras discriminadas por facultades lo cual permite evaluar detalles propios de cada programa académico [7], [11]. De estos estudios se deduce que la causa “bajo rendimiento académico” está mayormente asociada con las nuevas ingenierías y la ingeniería mecánica y se presenta en el primer año de estudio en la universidad.

Con base en estos estudios en la Universidad Tecnológica de Pereira a partir del año 2005 en cada periodo académico se hacen diferentes pruebas a todos los estudiantes que entran a primer semestre de la Universidad y especialmente a los estudiantes de ingenierías y tecnologías [12]. Al finalizar el semestre la base de datos se complementa con las notas obtenidas por

PATRICIA CARVAJAL OLAYA

Estadística
Magíster en Investigación Operativa y Estadística
Profesora Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
pacarva@utp.edu.co

JULIO CÉSAR MOSQUERA M.

Ph. D en Física.
Profesor Asistente
Universidad del Quindío, Armenia
jmosquera@uniquindio.edu.co

IRINA ARTAMONOVA

Magister en Física
Magister en enseñanza de las Matemáticas.
Profesora Auxiliar
Universidad del Quindío
artiri@gmail.com

los estudiantes en todas las materias. A partir de la base de datos obtenida del segundo semestre de 2007 fue realizado el primer estudio de diferentes factores que pueden influir en el rendimiento académico en Matemáticas I en la UTP [9]. Este estudio toma en cuenta no solamente la preparación previa de los estudiantes sino diferentes riesgos como problemas de salud física y mental, riesgo de mala alimentación y otros que pueden afectar el rendimiento en dicha materia o parar por completo el proceso académico. El estudio encontró que la nota en Matemáticas I podrá ser predicha con un 61,8% de exactitud a partir de tres factores: puntaje total del ICFES, nivel de lectura y riesgo de uso de sustancias psicoactivas. Además demostró que las notas promedio en Matemática I son más bajas para los estudiantes con altos riesgos de consumo de sustancias psicoactivas. Sin embargo el análisis de los factores de bajo rendimiento en matemáticas no se puede dejar por completado sin hacer los estudios de otros factores que no se han tomado en cuenta anteriormente y se deben buscar modelos que permiten elevar el porcentaje de predicciones correctas por encima del 61,8%.

2.1. RENDIMIENTO EN MATEMÁTICAS I

En la figura 1 se pueden observar los índices de reprobación estudiantil en matemática I en la UTP tomados para los años 2001-2004 [2] y los datos calculados por los autores para el primer semestre del año 2007 y segundo semestre del año 2008. Para estos dos últimos años se tienen en cuenta los estudiantes que matricularon la asignatura y decidieron cancelarla o no asistieron a clases (estudiantes que quedaron sin nota). Aunque desde el año 2004 se observa una tendencia constante en el aumento de aprobación estudiantil en esta asignatura, el índice real de aprobación de Matemática I está por debajo de 42% de los estudiantes. Esto quiere decir que por diferentes razones, académicas y no académicas, un 58% de los estudiantes de ingenierías y tecnologías no aprueban Matemáticas I la primera vez que deben cursar esta asignatura.

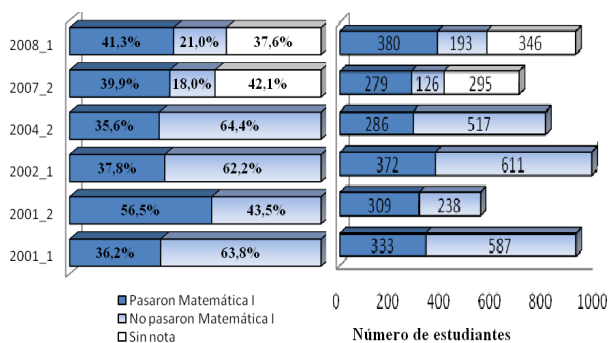


Figura 1. Rendimiento en Matemática I por años y semestres en ingenierías y tecnologías.

La figura 2 muestra que el índice de aprobación de Matemática I no es igual para los diferentes programas. Los mejores resultados los obtuvieron estudiantes de

ingeniería industrial donde 70,6% aprobaron la asignatura. Después siguen ingenierías de sistemas y computación, mecánica y eléctrica con índices de aprobación de Matemática I entre 50% y 60%, seguidos de tecnología en mecatrónica con 49,4%. Las ingenierías nuevas como ingeniería física y electrónica e ingenierías nocturnas (industrial y de sistemas), tienen porcentajes de aprobación de Matemática I entre 30% y 40%. Los índices de aprobación más bajos se presentan en las tecnologías. En tecnología eléctrica, solamente 14,3% de los estudiantes alcanzaron a pasar Matemática I durante el segundo semestre de 2008. Por otra parte para todos los programas el número de cancelaciones de esta asignatura es muy alto y a veces supera el 50% de los estudiantes. Unas diferencias tan evidentes entre programas amerita la realización de un estudio de regresión logística múltiple que permita valorar posibles factores causantes de estas diferencias.

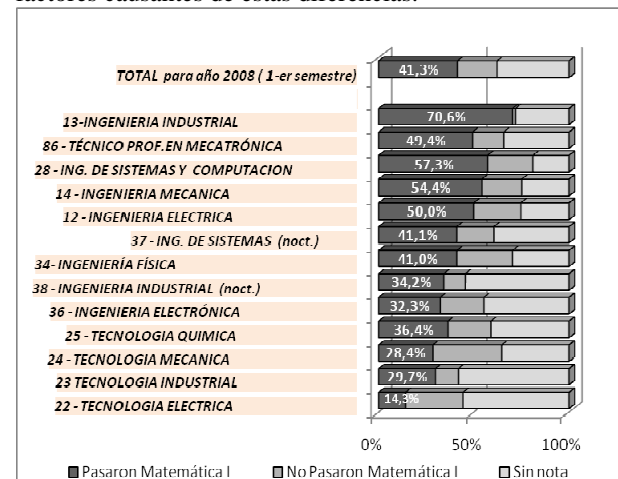


Figura 2. Rendimiento en Matemática I por programas en ingenierías y tecnologías en el 2-do semestre de 2008.

2.2. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MÚLTIPLE [10]

Para el segundo semestre de 2008 se decidió analizar los siguientes posibles factores de bajo rendimiento académico en Matemática I (tabla 1):

- 1) Factores personales de los estudiantes tales como: genero y edad;
- 2) Factores socioeconómicos: tipo de colegio (departamental, municipal, público o privado), estrato;
- 3) Factores académicos: puntaje total del ICFES; diferentes niveles de lectura y diferentes niveles del pensamiento lógico;
- 4) Factores institucionales: programa de la UTP;
- 5) Riesgos: en cobertura de salud, salud física y mental, riesgos nutricionales, riesgo de consumo de sustancias psicoactivas, riesgos de mal aprovechamiento de tiempo libre y riesgo de otras responsabilidades.

El modelo de regresión logística múltiple se utiliza para predecir el resultado de una variable Y de tipo discreto

con dos posibles resultados. Uno de los resultados es “el éxito”, y en este caso la variable toma valor “1”.

Factores		Codificación
Personales	Genero	genero
	Edad	edad
Socioeconómicos	Tipo de colegio	tipocole
	Estrato	estrato
Académicos	Puntaje total del ICFES	icfes
	Lectura literal	cliteral_1
	Lectura inferencial	cinferen
	Lectura crítico	ccritico
	Pensamiento lógico abstracto	cabstrac
	Pensamiento lógico verbal	cverbal
Institucionales	Pensamiento lógico lógico	clogico
	Programa académico	codprg
Riesgos	Riesgo en cobertura salud	rsalud1
	Riesgo salud física	rsalud2
	Riesgo nutricional	rsalud3
	Riesgo alteración mental	rsalud4
	Riesgo sustancias psicoactivas	rsalud5
	Riesgo uso de tiempo libre	rsalud6
	Riesgo otras responsabilidades	rsalud7

Tabla 1. Variables en el análisis.

La segunda opción es “el fracaso” y la variable toma el valor “0”. Se consideró como éxito que el estudiante apruebe Matemática I y el fracaso cuando repruebe la asignatura. Si se denota p – la probabilidad de éxito y q – la probabilidad de fracaso, se cumple que $p+q = 1$ porque no hay sino dos resultados posibles.

El modelo de regresión logística múltiple se define como

$$\ln \left(\frac{p}{q} \right) = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_k x_k, \quad (1)$$

Donde B_i son constantes y X_i son las variables que puedan ser continuas o discretas. A partir de (1) se puede obtener una expresión para la probabilidad de éxito p :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_K X_K)}} \quad (2)$$

En estas dos últimas expresiones, si se conocen los coeficientes B_i , se puede calcular directamente la probabilidad del proceso binomial para los distintos valores de las variables X_i .

En el modelo logístico es muy interesante contrastar la hipótesis $B_i = 0$ para $i = 1, 2, \dots, k$, porque no rechazar esta hipótesis para un valor de i implica que la variable Y no depende de X_i , y por lo tanto esta última no debería figurar en el modelo. Si el coeficiente B_i es positivo la variable a que pertenece aumentará la probabilidad del suceso que se está evaluando; por el contrario, si el coeficiente es negativo, la variable actuará disminuyendo la probabilidad del suceso en cuestión. Este modelo puede ser evaluado para un número grande de variables X_i con la ayuda de software especializado.

2.3. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA MÚLTIPLE

Con la ayuda del programa SPSS, se realizó la regresión logística múltiple para una muestra aleatoria de 582 estudiantes que cursaron la Matemática I en el primer semestre del año 2008.

Se utilizó el algoritmo con el cual las variables independientes se incluyen en la ecuación una a una y solamente permanecen aquellas que, al entrar, su correspondiente coeficiente tenga una significación menor que 0,05. La primera variable que se incluye en la ecuación es la que tiene la menor probabilidad del estadístico de Wald, es decir, la más significativa. De manera sucesiva, van siendo incluidas las variables en la ecuación, sobre la base de significación del estadístico de Wald. El estadístico de Wald se calcula como el cociente del coeficiente de regresión logística al cuadrado, dividido por el error estadístico de dicho coeficiente al cuadrado. Si una variable una vez introducida en la ecuación, tiene un coeficiente cuya significación es mayor que 0,10, dicha variable se excluye de la ecuación.

	Modelo	B	Sig.	Exp(B)
codprg			0,000	
codprg(1)	12 - ingeniería eléctrica	-1,005	0,018	0,366
codprg(2)	13 - ingeniería industrial	-0,507	0,351	0,602
codprg(3)	14 - ingeniería mecánica	-0,391	0,450	0,676
codprg(4)	22 - tecnología eléctrica	-1,955	0,000	0,142
codprg(5)	23 - tecnología industrial	-1,688	0,000	0,185
codprg(6)	24 - tecnología mecánica	-0,661	0,133	0,516
codprg(7)	25 - tecnología química	-1,131	0,010	0,323
codprg(8)	28 - ing. de sistemas y	-0,436	0,365	0,647
codprg(9)	34 - ingeniería física	-0,561	0,190	0,570
codprg(10)	36 - ingeniería electrónica	-0,833	0,080	0,435
codprg(11)	37 - ing. de sistemas	0,295	0,547	1,344
codprg(12)	38 - ingeniería industrial	-0,071	0,888	0,931
cabstrac(1)	Habilidad	0,638	0,001	1,894
icfes	Puntaje total de ICFES	0,142	0,000	1,152
Constante		-6,805	0,000	0,001

Tabla 2. Variables en la ecuación de regresión logística múltiple

De acuerdo con la prueba hecha para contrastar la hipótesis que los coeficientes B_i obtenidos son iguales a cero (tabla 2), en el modelo final solamente se deben quedar las variables que son significativamente diferentes de cero. Para tales variables la significancia debe ser $\leq 0,050$ (columna “Sig.” en la tabla 2).

Entre todas las variables, el modelo mostró como significativamente diferentes de 0 las siguientes variables: a) La constante del modelo $B_0 = -6,805$, b) el puntaje total del ICFES con $B = 0,142$; c) la habilidad para pensamiento lógico abstracto con $B = 0,638$ y d) cuatro programas académicos: tecnologías eléctrica, industrial y química e ingeniería eléctrica.

Observado	Pronosticado	
	Pasó	Porcentaje

		Matemática I		correcto
		NO (=0)	SI (=1)	
Pasó Matemática I	NO (=0)	228	72	76,0
	SI (=1)	100	182	64,5
Porcentaje global				70,4

a El valor de corte es ,500

Tabla 3. Tabla de clasificación(a)

La Tabla 3 muestra los resultados de la clasificación de los grupos observados y pronosticados. Del grupo de los estudiantes que no pasaron Matemática I, fueron clasificados correctamente 228 estudiantes que representan el 76,0%. Del grupo de los estudiantes que si pasaron la matemática I, fueron clasificados correctamente 182 estudiantes que representan 64,5%. Y el porcentaje total ponderado de predicciones correctas fue de 70,4%.

Paso	Mejora			Modelo			% de clasificación correcta	Variable que entra
	Chi-cuadrado	gl	Sig.	Chi-cuadrado	gl	Sig.		
1	79,36	1	0,000	79	1	0,000	65,1%	Puntaje total de ICFES
2	44,02	12	0,000	123	13	0,000	68,9%	Programa académico
3	10,41	1	0,001	133	14	0,000	70,4%	Pensamiento lógico abstracto

a. No se pueden eliminar ni añadir más variables al modelo actual.

Tabla 4. Resumen de los pasos(a)

En la tabla 4 se presenta un resumen de los pasos realizados en la valoración del modelo: en el primer paso se seleccionó como variable explicativa *Puntaje total del ICFES*, en el segundo paso se seleccionó *programa que cursa estudiante* y para el último paso se tomó el *Pensamiento lógico abstracto*. La adición de otras variables no es significativa para este modelo lo cuál muestra que estas tres variables seleccionadas son las responsables del 70,4% de las predicciones correctas y las demás no mejoraron el nivel de predicción.

2.4. ÁRBOL DE CLASIFICACIÓN

Con una muestra de 630 estudiantes y las mismas variables independientes se creó el árbol de clasificación para el rendimiento en Matemática I utilizando el algoritmo CHAID.

La muestra inicial fue separada con el programa SPSS en grupos de estudiantes con notas promedio similares en Matemática I. Finalmente resultaron 10 nodos (figura 1). La primera variable que define la nota en Matemática I fue el puntaje total del ICFES con la cual se ligan cuatro nodos iniciales:

Nodo 1: estudiantes con puntajes del ICFES $\leq 47,23$. Este grupo está conformado por 189 estudiantes (30% del

total), que obtuvieron en promedio una nota en Matemática I de 2,133;

Nodo 2: estudiantes con puntajes del ICFES entre 47,23 y 55,30. Este grupo está conformado por 315 estudiantes (50% del total), que obtuvieron en promedio una nota en Matemática I de 2,827;

Nodo 3: estudiantes con puntajes del ICFES entre 55,30 y 58,00. Este grupo está conformado por 63 estudiantes (10% del total), que obtuvieron en promedio una nota en Matemática I de 3,640;

Nodo 4: estudiantes con puntajes del ICFES mayores a 58,00. Este grupo está conformado por 63 estudiantes (10% del total), que obtuvieron en promedio una nota en Matemática I de 4,052.

Se percibe una tendencia que a mayor puntaje total del ICFES mayor es la nota que obtiene el estudiante en la asignatura Matemática I.

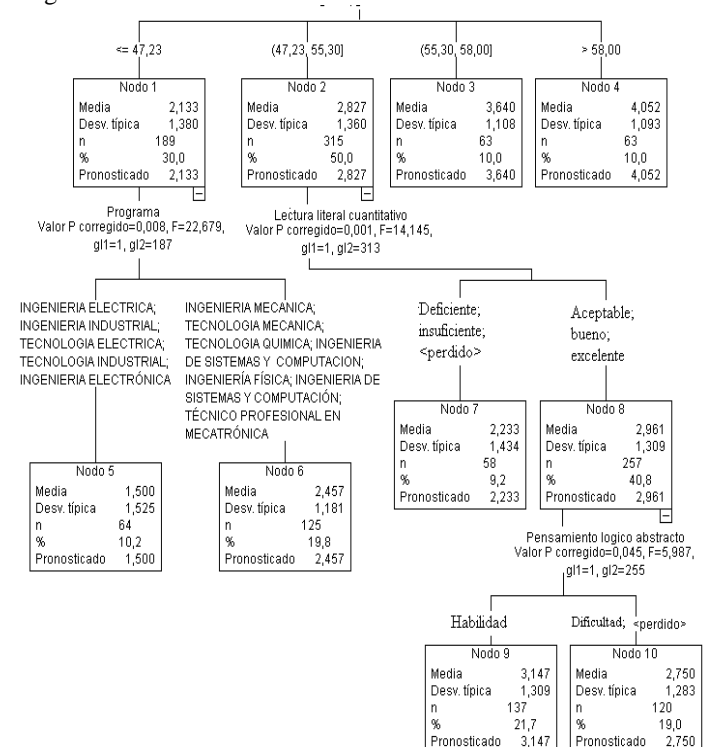


Figura 3. Árbol de clasificación.

El nodo 2 se dividió en 2 nodos adicionales por los niveles de lectura literal:

Nodo 7: 58 estudiantes con puntaje total del ICFES entre 47,23 y 55,30 y con deficiente o insuficiente nivel de lectura literal. Este grupo en promedio obtuvo una nota en Matemática I - 2,233.

Nodo 8: 257 estudiantes con puntaje total del ICFES entre 47,23 y 55,30 y con aceptable, bueno o excelente nivel de lectura literal. Este grupo en promedio obtuvo una nota en Matemática I de 2,961. Se evidencia que con un mejor nivel de lectura literal, se obtienen mejores notas en Matemática I.

El nodo 8 se dividió según la variable *pensamiento lógico abstracto* en dos nodos adicionales:

Nodo 9: conformado por 137 estudiantes con puntaje total del ICFES entre 47,23 y 55,30 y con aceptable, bueno o excelente nivel de lectura literal y además con la habilidad de pensamiento lógico abstracto. Este grupo en promedio obtuvo una nota de 3,147 en Matemática I;

Nodo 10: conformado por 120 estudiantes con puntaje total del ICFES entre 47,23 y 55,30; con aceptable, bueno o excelente nivel de lectura literal pero con la dificultad en el pensamiento lógico abstracto. Este grupo en promedio obtuvo una nota de 2,750 en Matemática I.

Es necesario dar especial atención a los resultados enmarcados en los nodos 5 y 6, ambos conformados por estudiantes con puntajes totales del ICFES por debajo de 47,23 puntos. Al parecer en la Universidad Tecnológica de Pereira existen diferencias en las exigencias para la asignatura Matemática I entre ciertos programas. Así, para el **nodo 5** donde están 64 estudiantes de ingeniería y tecnología eléctrica, ingeniería y tecnología industrial e ingeniería electrónica el promedio en la asignatura fue 1,500. Pero estudiantes con puntajes del ICFES parecidos pero que pertenecen a ingeniería o tecnología mecánica, tecnología química, ingeniería de sistemas y computación o tecnología en mecatrónica la nota promedio fue de 2,457 (**nodo 6**). Bajo iguales condiciones los resultados tan diferentes hacen pensar que el nivel de dificultad de la misma asignatura está ligado al programa mismo, es decir son mucho más exigentes los programas de eléctrica e industrial que los otros.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de resultados muestra que con el modelo de regresión logística múltiple para un estudiante de tecnología en mecatrónica (variables $\text{codprg}(1)=\dots=\text{codprg}(12)=0$) y puntaje total del ICFES de 50 puntos, la probabilidad de aprobar Matemática I de acuerdo a la tabla 2 sería:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(6,805 + 0,142 * \text{ICFES})}} = \frac{1}{1 + e^{6,805 - 0,142 * 50}} = 57,3\%$$

Dado que el porcentaje es mayor que el 50%, lo más probable que el estudiante logre aprobar la asignatura Matemática I.

Si el mismo estudiante cursara Matemática I en el programa de tecnología eléctrica ($\text{codprg}(4) = 1$) su probabilidad de aprobar esta asignatura sería:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(6,805 + 0,142 * \text{ICFES} - 1,955)}} = \frac{1}{1 + e^{6,805 - 0,142 * 50 + 1,955}} = 16,0\%$$

En la tabla 5 están calculadas las probabilidades de aprobar Matemática I para estudiantes con distintos puntajes ICFES y diferentes programas académicos.

Puntaje total de ICFES	86 - Tecnología en mecatrónica	22 - Tecnología eléctrica	22 - Tecnología eléctrica con habilidad del pensamiento lógico abstracto	23 - Tecnología industrial	23 - Tecnología industrial con habilidad del pensamiento lógico abstracto	12 - Ingeniería eléctrica
38	19,6%	3,3%	6,1%	4,3%	7,9%	8,2%
40	24,5%	4,4%	8,0%	5,7%	10,2%	10,6%
42	30,1%	5,8%	10,4%	7,4%	13,1%	13,6%
44	36,4%	7,5%	13,3%	9,6%	16,7%	17,3%
46	43,2%	9,7%	16,9%	12,3%	21,0%	21,8%
48	50,3%	12,5%	21,3%	15,7%	26,1%	27,0%
50	57,3%	16,0%	26,5%	19,9%	32,0%	33,0%
52	64,1%	20,2%	32,3%	24,8%	38,4%	39,5%
54	70,3%	25,1%	38,8%	30,5%	45,3%	46,5%
56	75,9%	30,8%	45,8%	36,8%	52,4%	53,5%
58	80,7%	37,2%	52,8%	43,6%	59,4%	60,5%
60	84,7%	44,0%	59,8%	50,7%	66,0%	67,0%
62	88,1%	51,1%	66,4%	57,7%	72,1%	73,0%
64	90,7%	58,1%	72,4%	64,5%	77,4%	78,2%
66	92,9%	64,8%	77,7%	70,7%	82,0%	82,7%
68	94,5%	71,0%	82,3%	76,2%	85,8%	86,4%
70	95,8%	76,5%	86,0%	81,0%	88,9%	89,4%
72	96,8%	81,2%	89,1%	85,0%	91,4%	91,8%
74	97,6%	85,2%	91,6%	88,2%	93,4%	93,7%
76	98,2%	88,4%	93,5%	90,9%	95,0%	95,2%

Tabla 5. Probabilidad de aprobar la Matemática I los estudiantes con diferentes puntajes del ICFES y de diferentes programas.

Un estudiante de tecnología eléctrica tiene una probabilidad mayor que 50% de aprobar esta asignatura si tiene un puntaje ICFES mayor a 60 puntos, lo cual corresponde sólo a un selecto grupo de estudiantes que pueden elegir cualquier programa de los más prestigiosos de la Universidad, como Medicina por ejemplo. Este resultado debe ser tomado muy en cuenta por los comités curriculares a la hora de definir los contenidos programáticos, pues pareciera que éstos no son acordes al nivel académico de la mayoría de estudiantes entrantes a estos programas. Más aun, un estudiante de tecnología eléctrica con habilidad en pensamiento lógico abstracto tendría una probabilidad de 50% de aprobar Matemática I si su puntaje total del ICFES es superior a 56 puntos lo que remarca el alto nivel de exigencia del programa que se refleja en un nivel de aprobación de esta asignatura de sólo el 14,3%. Algo parecido pasa con tecnología industrial e ingeniería eléctrica. Para pasar la Matemática I los estudiantes de estas carreras deben tener puntajes de ICFES altos y buenas habilidades de pensamiento lógico abstracto.

El análisis de regresión logística múltiple (tabla 2) muestra que los estudiantes que tienen baja probabilidad de aprobar la Matemática I por programas son: (tabla 5):

1) **tecnología eléctrica:** estudiantes con dificultad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores

de 62 puntos; estudiantes con habilidad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 58 puntos;
 2) **tecnología industrial**: estudiantes con dificultad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 60 puntos; estudiantes con habilidad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 56 puntos;
 3) **ingeniería eléctrica**: estudiantes con dificultad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 56 puntos; estudiantes con habilidad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 51 puntos;
 4) **tecnología química**: estudiantes con dificultad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 56 puntos; estudiantes con habilidad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 52 puntos;
 5) **otros programas**: estudiantes con dificultad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 48 puntos; estudiantes con habilidad en pensamiento lógico abstracto y puntajes ICFES menores de 44 puntos.

El análisis del árbol de clasificación se ve que los estudiantes con bajo rendimiento en Matemática I son todos aquellos con puntajes ICFES menores de 47,23 y especialmente los que pertenecen a las carreras de ingeniería o tecnología eléctrica, ingeniería o tecnología industrial o ingeniería electrónica (nodo 5 en la figura 3) y todos aquellos estudiantes con puntajes ICFES entre 47,23 y 55,30 puntos y que presentan un nivel deficiente o insuficiente de lectura literal (nodo 7 en la figura 3). Esto último debe ser tomado muy en cuenta a la hora de definir políticas de admisión de nuevos estudiantes a estos programas y su correspondiente currículo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la regresión logística binaria se pudo hacer un análisis del rendimiento académico de los nuevos estudiantes en la asignatura Matemática I (ingenierías y tecnologías), que predice correctamente el rendimiento para cerca del 70% de los estudiantes. Se encontraron los factores influyentes: un factor institucional – código de programa y tres factores académicos: puntaje total del ICFES, nivel de lectura literal y nivel del pensamiento lógico abstracto. Se descartaron factores como la edad, género, estrato y tipo de colegio. Igualmente se descartaron los factores de riesgo de salud física y mental, riesgo de cobertura de salud, consumo de sustancias psicoactivas y otros. Posiblemente la influencia de estos riesgos es aleatoria y puede cambiar de un semestre a otro. Para el segundo semestre de 2007 la influencia del riesgo de consumo de sustancias psicoactivas fue considerable [9], pero para el primer semestre de 2008 no lo fue. Parece ser que las acciones de prevención realizadas por la Gerencia Estratégica para Disminuir la Deserción en la UTP [12] y de bienestar universitario, lograron disminuir la influencia de este factor. A futuro no se deben dejar de realizar las acciones de prevención de consumo de sustancias psicoactivas, al igual que las ayudas que brinda la universidad a los

estudiantes como bonos de alimentación, transporte, créditos educativos y otros. Este tipo de regresión también brinda una herramienta objetiva de evaluación de las actividades del Proyecto de Disminución de Deserción y de gestión de bienestar universitario. Si no aparecen estos factores de riesgos como influyentes, se puede considerar como buena la gestión de ambas gerencias.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Posso, y otros "Nivel del conocimiento matemático del estudiante que ingresa a la UTP", *Matemáticas & Educación*. Vol. 2. No. 2. Pereira 1998.
- [2] A. Posso "Sobre el bajo aprovechamiento en el curso de matemáticas I de la UTP", *Scientia et Technica*, Año XI, No 28, Octubre de 2005. UTP.
- [3] A. Posso, y otros "Dificultades que aparecen en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática al pasar del bachillerato a la universidad", *Scientia et Technica*, Año XIII, No 34, Mayo de 2007. UTP.
- [4] P. Carvajal, A. Trejos. "Análisis de la relación entre los puntajes ICFES por áreas y el rendimiento en Matemáticas a través de la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas." Búsqueda de la relación entre áreas ICFES en Tesis de Maestría. Fac. de Ingeniería Industrial. UTP, 2005.
- [5] P. Carvajal, A. Trejos, matemáticas, física, lenguaje y rendimiento en matemáticas I y matemáticas II a través del análisis de componentes principales", *Scientia et Technica* Año X, No 26, Diciembre 2004. UTP.
- [6] ASCUN. "Propuesta de lineamientos básicos para la consolidación de una política orientada al aumento de la cobertura en condiciones de calidad y de pertinencia con equidad de la educación superior". Bogotá, 2005. [Online]. <http://www.ascun.org.co/mesas/mesa2/i1m2.pdf>
- [7] P. Carvajal, A. Trejos, C. A. Caro "Estudio de causas de deserción de los estudiantes de la UTP entre enero/2000 – diciembre/2004 utilizando la técnica de análisis de correspondencias simples," *Scientia et Technica* Año XII, No 30, mayo 2006. UTP
- [8] P. Carvajal, A. Trejos, Soto J. "Aplicación del análisis discriminante para explorar la relación entre el examen de ICFES y el rendimiento en álgebra lineal de los estudiantes de ingeniería de la UTP en el período 2001-2003," *Scientia et Technica* Año X, No 25, Agosto 2004.
- [9] P. Carvajal, J. Mosquera, I. Artamónova "Rendimiento en Matemática I en la UTP. Factores de predicción" *Scientia et Technica* Año, No, 2009.
- [10] C. Pérez. *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos*. Pearson Educación, S.A., España, 2004, 672pp.
- [11] A. Trejos, "Identificar las causas de deserción en la UTP usando la técnica Multivariada de Análisis de correspondencias". Ed. Fondo Editorial UTP, 2007
- [12] Gerencia Estratégica para Disminuir la Deserción en la Universidad Tecnológica de Pereira. *Foro de evaluación del aprendizaje en educación superior* http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/articles-168860_ponenciaptptpereira.pdf